

## **Pengukuran Laju Paparan Radiasi Sinar-X Pada Ruang Operator RSUD. Prof. DR. W. Z. Johannes Kupang**

*Yoel Midel Laitabun, Heri Sutanto dan Choirul Anam*

*Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, Semarang*

### **ABSTRACT**

*The measurement of X-ray radiation exposure rate in operator's room with Pb glass at the Prof. Dr. W. Z. Johannes hospital, Kupang has been done. The measurement of radiation exposure rate for radiation before and after passing through the Pb glass was done using surveymeter. There are six points of measurement: at the upper-left, upper-right, upper-middle, bottom-left, bottom-right, and bottom-middle sides. The results of measurements show that Pb glass reduce the radiation exposure rate until 99,51%, and when flouroscopy is activated, the radiation exposure rate at the operator's room is 0,6 mR/hour. This value is below the value of dose limit (NBD).*

**Keywords:** *radiation exposure rate, Pb glass, radiaion at the operator's room*

### **ABSTRAK**

*Telah dilakukan pengukuran laju paparan radiasi sinar-X pada ruang operator yang menggunakan kaca Pb di RSUD. Prof. Dr. W. Z. Johannes Kupang. Pengukuran laju paparan radiasi dilakukan dengan menggunakan surveymeter untuk radiasi sebelum menembus kaca Pb dan setelah melewati kaca Pb. Pengukuran dilakukan pada 6 titik pengukuran, yaitu pada daerah pinggir atas bagian kiri, daerah pinggir atas bagian kanan, daerah pinggir atas bagian tengah, daerah pinggir bawah bagian kiri, daerah pinggir bawah bagian kanan, dan bagian pinggir bawah bagian tengah. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa penggunaan kaca Pb menurunkan laju paparan hingga 99,51% dan Saat floroskopi diaktifkan, laju paparan radiasi pada ruang operator rata-rata sebesar 0,6 mR/jam atau masih berada dibawah nilai batas dosis (NBD).*

**Kata kunci:** *laju paparan radiasi, kaca Pb, radiasi ruang operator*

### **PENDAHULUAN**

Radiasi sinar-X, disamping memberikan manfaat yang sangat besar bagi dunia kedokteran, juga berpotensi memberikan efek merugikan, terutama bagi operator sinar-X dan pekerja radiasi lainnya [1]. Proteksi radiasi merupakan aspek yang sangat penting dalam pengendalian efek merugikan ini. Oleh sebab itu setiap instalasi radiologi harus memperhatikan proteksi radiasi ini.

Dalam proteksi radiasi salah satu hal terpenting yang harus diperhatikan adalah dinding ruangan sinar-X. Kementerian Kesehatan RI (2008) menetapkan bahwa dinding ruangan harus terbuat dari Pb 2 mm atau setara Pb 2 mm, yaitu berupa bata merah dengan ketebalan 25 cm dan massa jenis 2,2

g/cm<sup>3</sup>, atau beton dengan ketebalan 20 cm, sehingga tingkat radiasi di sekitar ruangan pesawat sinar-X tidak melampaui Nilai Batas Dosis (NBD) 1 mSv/tahun untuk masyarakat umum [2].

Sementara NBD untuk pekerja radiasi sebesar 20 mSv/tahun. Untuk melindungi operator dan pekerja radiasi yang berada di ruangnya, agar tetap berada di bawah NBD, biasanya antara ruang operator dan ruang sinar-X dilapisi dengan timbal (Pb) dengan ketebalan tertentu sehingga radiasi pada ruangan operator berada pada batas yang diijinkan. Selain itu, agar operator dapat mengamati pasien dari ruang operator, biasanya diantara kedua ruangan itu digunakan kaca yang terbuat dari Pb.

Kaca Pb merupakan kaca khusus yang digunakan untuk perisai radiasi. Kaca tersebut dibuat dari perpaduan pasir silika dengan Pb. Kadar Pb dalam bentuk oksida sampai lebih dari 50% fraksi beratnya. Kaca Pb berfungsi sebagai alat proteksi radiasi.

Untuk proteksi radiasi, Instalasi radiologi RSUD. Prof. Dr. W. Z. Johannes Kupang, diantara antara ruang operator dan ruang sinar-X dipasang kaca Pb dengan tebal 2,3 mm, lebar 100 cm dan panjang 120 cm. Dalam pemasangan kaca Pb ini, tidak menempel pada dinding, namun terdapat jarak dari dinding sebesar 1,3 cm (Gambar 1). Untuk itu, riset ini dilakukan untuk mengetahui besarnya paparan radiasi pada ruang operator, yaitu tepat di belakang kaca Pb dan juga tepat di depan kaca Pb untuk melihat besarnya atenuasi akibat kaca Pb tersebut. Kemudian hasil pengukuran dibandingkan dengan NBD sebesar 20 mSv/tahun untuk pekerja radiaisi.

## TEORI

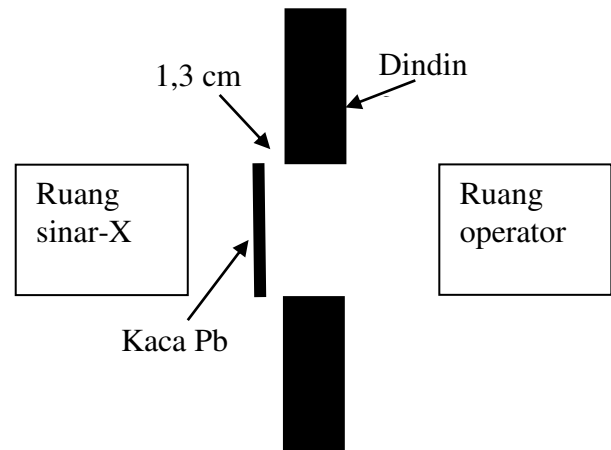
Sinar-X merupakan gelombang elektromagnetik dengan energi yang sangat tinggi. Radiasi gelombang elektromagnetik memiliki energi yang besarnya dirumuskan oleh Planck sebagai berikut:

$$E = h\nu \quad (1)$$

Dengan  $E$  adalah Energi radiasi elektromagnetik (joule),  $h$  adalah Konstanta Planck, nilainya  $6,63 \times 10^{-34}$  (joule detik) dan  $\nu$  adalah frekuensi gelombang elektromagnetik (Hz).

Radiasi dapat dibagi menjadi dua kelompok, yaitu radiasi pengion dan radiasi non pengion. Radiasi pengion adalah, radiasi yang dapat mengionisasi atom-atom materi yang dilalui. Secara garis besar radiasi pengion dibagi menjadi dua yaitu radiasi elektromagnetik dan radiasi partikel [3,4]. Sementara radiasi non pengion merupakan radiasi yang tidak dapat mengionisasi materi

yang dilaluinya, misalnya cahaya tampak, infra merah, gelombang radio, dan lain-lain.



Gambar 1. Posisi kaca Pb antara ruang operator dan ruang sinar-X

Sinar-X memiliki sifat yang sangat unik, diantaranya: mempunyai daya tembus yang sangat tinggi, mempunyai panjang gelombang yang sangat pendek, memiliki efek fotografik artinya sinar-X dapat menghitamkan emulsi film (emulsi perak bromida) setelah proses secara kimiawi (dibangkitkan) di kamar gelap, dapat mengionisasi materi yang dilaluinya, dapat menimbulkan efek biologi, dan sinar-X mempunyai berkas sinar lurus dan tidak dapat dibelokkan oleh medan magnet [4,5].

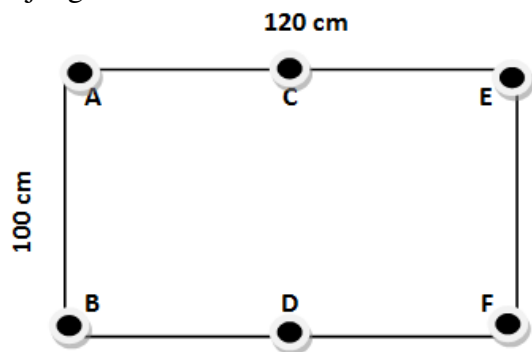
Untuk mengurangi resiko radiasi, diperlukan perisai radiasi yang mampu menyerap radiasi sehingga dapat memperkecil intensitas radiasi yang lolos dan mengurangi penerimaan radiasi oleh tubuh manusia. Jika radiasi elektromagnetik masuk ke bahan perisai  $I_0$ , maka sebagian radiasi akan diserap oleh bahan sehingga intensitas radiasi yang keluar dari bahan sebesar  $I$ . Jika bahan perisai memiliki ketebalan  $x$ , maka radiasi yang keluar dari bahan perisai diformulasikan:

$$I = I_0 \cdot e^{-\mu x} \quad (2)$$

Dengan  $\mu$  adalah koefisien serapan linier bahan perisai, yang dipengaruhi bahan dan besarnya radiasi sinar-X.

## METODE PENELITIAN

Pengukuran laju paparan radiasi sebelum melewati kaca Pb dan setelah melewati kaca Pb dengan menggunakan alat ukur radiasi surveymeter. Titik pengukuran paparan radiasi dengan surveymeter dilakukan pada enam titik pengamatan yaitu A, B, C, D, E dan F pada kaca Pb (Gambar 2). Titik A di ujung kiri atas, titik B di titik ujung kiri bawah, titik C di tengah atas, titik D di tengah bawah, titik E di ujung kanan atas dan titik F di ujung kanan bawah.



Gambar 2. Posisi pengukuran laju paparan radiasi di 6 titik, yaitu titik A, B, C, D, E dan F.

Posisi pengukuran dilakukan di dalam ruang pemeriksaan atau sebelum menembus kaca Pb dan dilakukan pengukuran di ruang operator (setelah menembus kaca Pb).

Pertama dilakukan pengukuran laju dosis di enam titik yang sama untuk radiasi latar, kemudian dilakukan pengukuran laju dosis pada saat pesawat fluoroskopi diaktifkan dengan kondisi 96 kV dan 6 mAs. Jarak sumber radiasi ke kaca Pb adalah 2 meter. Hasil pengukuran radiasi sinar-X fluoroskopi dikurangi hasil pengukuran radiasi latar. Kemudian hasil ini dibandingkan dengan nilai batas dosis (NBD).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran laju paparan radiasi sebelum melewati kaca Pb untuk titik A, B, C,

D, E dan F ditunjukkan oleh Tabel 1, sementara laju paparan setelah melewati kaca Pb ditunjukkan oleh Tabel 2. Secara visual hasil pengukuran dosis sebelum dan sesudah melewati kaca Pb ditunjukkan oleh Gambar 3.

Dari Gambar 3 dapat dilihat bahwa dengan menggunakan kaca Pb sebagai alat proteksi radiasi, maka dapat mengurangi laju paparan yang masuk ke ruang operator secara rerata sebesar 99,51%. Sementara pengurangan laju paparan pertitik pengukuran adalah sebagai berikut: titik pengukuran A hingga 99,61%, titik pengukuran B hingga 99,43%, titik pengukuran C hingga 99,35%, titik pengukuran D hingga 99,35%, titik pengukuran E hingga 99,66%, dan titik pengukuran F hingga 99,01%. Hasil rata-rata laju paparan radiasi saat pesawat fluoroskopi dinyalakan pada ruang operator adalah 0,6 mR/jam.

Tabel 1. Laju paparan radiasi sebelum melewati kaca Pb untuk titik A, B, C, D, E dan F

| n      | Laju Paparan Pada Beberapa Titik Pengukuran (mR/jam) |     |     |     |     |     |
|--------|--|-----|-----|-----|-----|-----|
|        | A  | B   | C   | D   | E   | F   |
| 1      | 105  | 122 | 123 | 123 | 120 | 120 |
| 2      | 103  | 123 | 125 | 125 | 122 | 122 |
| 3      | 100  | 124 | 121 | 121 | 118 | 122 |
| Rerata | 103  | 123 | 123 | 123 | 120 | 121 |

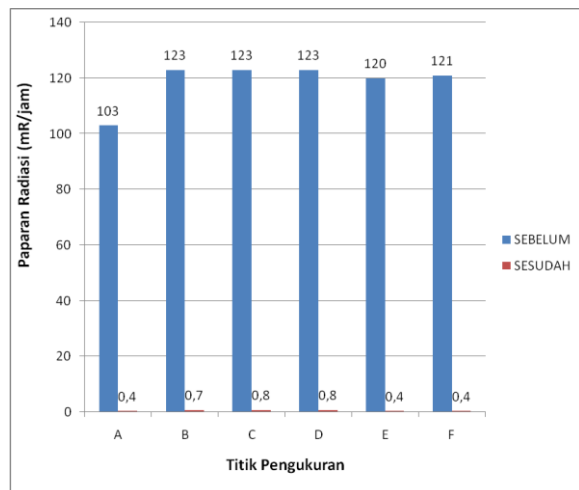
Tabel 2. Laju paparan radiasi setelah melewati kaca Pb untuk titik A, B, C, D, E dan F

| n      | Laju Paparan Pada Beberapa Titik Pengukuran (mR/jam) |      |      |      |      |      |
|--------|--|------|------|------|------|------|
|        | A  | B    | C    | D    | E    | F    |
| 1      | 0,39   | 0,70 | 0,79 | 0,79 | 0,41 | 0,40 |
| 2      | 0,40   | 0,72 | 0,80 | 0,80 | 0,42 | 0,41 |
| 3      | 0,41   | 0,68 | 0,81 | 0,81 | 0,40 | 0,39 |
| Rerata | 0,40   | 0,70 | 0,80 | 0,80 | 0,41 | 0,40 |

Nilai batas dosis (NBD) untuk pekerja radiasi yang telah ditetapkan Bapeten sebesar 20 mSv/tahun. NBD sebenarnya tidak tergantung laju dosis atau laju paparan, tetapi ditentukan berdasarkan nilai kumulatif sebesar 20 mSv dalam setahun. Jika diasumsikan bahwa dosis sama terus tiap jamnya, maka dosis setara dengan 2,28  $\mu$ Sv untuk setiap

jamnya. Jika dilakukan konversi satuan, 2,28  $\mu\text{Sv/jam}$  setara dengan 0,26 mR/jam.

Dengan perhitungan seperti di atas, NBD akan terlampaui jika peralatan flouroskopi dinyalakan terus selama 10,4 jam perhari selama tahun. Namun, tidak mungkin pesawat dioperasikan selama itu dalam setiap harinya. Karena itu dengan penggunaan peralatan flouroskopi yang wajar, ruang operator RSUD. Prof. Dr. W. Z. Johannes Kupang, dinyatakan aman bagi pekerja radiasi yang melakukan pemeriksaan pasien.



Gambar 3. Grafik laju paparan radiasi sinar-X sebelum dan setelah menembus kaca Pb.

## KESIMPULAN

Dari hasil pengukuran laju paparan radiasi, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Penggunaan Kaca Pb sebagai alat proteksi radiasi di RSUD. Prof. Dr. W. Z. Johannes Kupang, mampu menurunkan laju paparan hingga 99,51%
2. Saat floroskopi diaktifkan, laju paparan radiasi pada ruang operator rata-rata sebesar 0,6 mR/jam atau masih berada dibawah nilai NBD.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Akhadi M, 2000 “Dasar-dasar Proteksi Radiasi”. Penerbit PT. Rineka-Cipta, Jakarta, Indonesia.
- [2] Kementerian Kesehatan RI, 2008, “Keputusan Menteri Kesehatan RI, Nomor 1014/MENKES/SK/XI/2008”
- [3] Bushberg J.T., J. Anthony Seibert, Edwin M. Leidholdt, JR., John M. Boone, 2002, “The Essential Physic of Medical Imaging”, Second Edition, Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia USA.
- [4] Sprawls, P., 1987, “Physical Principles of Medical Imaging”, Rockville, Maryland: Aspen Publisher
- [5] Bushong S. C., 2001, “Radiologic Science for Tecnologist Physic, Biologic and protection”, The CV. Mosby Company, United states of America.